



(19) RU (11) 2146655 (13) C1

(51) 7 C 02 F 1/463, 1/40

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

ФОНД ЭКСПЕРТОС

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**
к патенту Российской Федерации

30 МАР 2000

Ф И П С

1

(21) 98114246/12 (22) 04.08.1998
(24) 04.08.1998
(46) 20.03.2000 Бюл. № 8
(72) Домницкий В.В., Абросимов М.В.,
Иващенко П.И.
(71) (73) АОЗТ "ЛЕСОАКАДЕМИК"
(56) SU 1328302 A1, 07.08.1987. RU 2060959
C1, 27.05.1996. SU 981240 A, 15.12.1982. SU
1085940 A, 15.04.1984. GB 1437274 A,
26.05.1976. US 4927511 A1, 22.05.1990.
(98) 198329, Санкт-Петербург, а/я 20
(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗ-
НЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

2

(57) Изобретение относится к технологии
очистки воды и может быть использовано
при очистке промышленных стоков от неф-
тепродуктов и поверхностно-активных ве-
ществ. Сточные воды подвергают
электрокоагуляции под вакуумом, после
чего проводят операцию сепарации воды в
ИК-спектре с удельной мощностью нагрева
0,1-10,0 кВт/м³ при давлении 2-70 кПа.
Технический результат - повышение степе-
ни очистки и стабилизации состава очи-
щенной воды. 1 з.п.ф-лы, 3 табл.

RU 2146655 C1

RU 2146655 C1

Изобретение относится к технологии очистки воды и может быть использовано при очистке промышленных стоков от нефтепродуктов и поверхностно-активных веществ.

Известен способ очистки нефтесодержащей воды путем насыщения воздухом, электрокоагуляции, сбора сфлотированного шлама и фильтрования (авт. свид. СССР N 1807010, Мкл. С 02 F 1/46, 1990 г.).

Известен также способ очистки нефтесодержащих сточных вод путем отстаивания с последующим озонированием и отделением образовавшихся окислов с помощью фильтрования (патент США N 5326460, С 02 F 1/78, 1995 г.).

Недостатком указанных способов является низкая степень очистки воды, малая производительность процесса очистки и ограничение, как по исходной концентрации примесей, так и по составу удаляемых примесей.

Известен способ очистки сточных вод путем осветления стока электрокоагуляцией с последующим пропусканием воды через сорбент из шунгита (патент РФ N 2060959, С 02 F 1/463, 1993 г.).

Недостатком этого способа является то, что скорости процесса осветления лимитируются скоростью сорбции на шунгите, а это приводит к снижению производительности процесса очистки. Кроме того, требуется частая замена шунгита при остановке процесса очистки и возможно вторичное загрязнение воды самим шунтингом, насыщенным нефтепродуктами.

Наиболее близким к заявленному по технологической сущности является способ очистки маслоэмульсионных сточных вод, включающих электрокоагуляцию, электрофлотацию, удаление пенного слоя под вакуумом при давлении 0,08 - 0,09 МПа и отстаивание очищенной воды (авт. св. N 1328302, С 02 F 1/46, 18.03.1986 г.).

Недостатком этого способа является низкая эффективность процесса очистки сточных вод, поскольку вакуум в основном обеспечивает только стабилизацию пенного слоя, а удаление масляной фазы происходит путем расслаивания в отстойнике, что крайне затруднено для мелкодисперсной масляной фазы с плотностью частиц близкой к плотности воды. Незначительные отклонения давления приводят к существенному снижению эффекта стабилизации пенного слоя и его разрушению с вторичным загрязнением очищенной воды.

Целью предлагаемого способа является расширение сферы применения прототипа к очистке нефтесодержащих сточных вод от растворимых углеводородов. Решаемая при этом техническая задача состоит в получении осветленной воды с последующей ее обработкой в ИК-спектре.

Решение указанной задачи заключается в том, что в способе, включающем операцию электрокоагуляции сточных вод под вакуумом с последующим озонированием, перед озонированием проводят сепарацию воды в ИК-спектре с мощностью 0,1 - 10,0 кВт/м³ при давлении 2 - 7 кПа.

Причинно следственная связь между внесенными изменениями и достигаемым положительным эффектом заключается в следующем.

При проведении сепарации нефтезагрязненных сточных вод, содержащих растворенные углеводороды, в ИК - спектре при давлении 2 - 70 кПа происходит выделение углеводородов с образованием оптически неоднородной жидкости (эмульсии), состоящей из основной фазы (воды) и мелкодисперсной гетерогенной фазы (капель углеводородов) с существенно различными коэффициентами поглощения излучения ИК-спектра. Мелкодисперсная фаза углеводородов интенсивно нагревается за счет поглощения энергии излучения ИК - спектра с последующим перегревом воды в вакууме до образования паровой фазы на межфазной границе вода - углеводороды вокруг частиц углеводородов, что приводит к увеличению скорости флотационного выделения нефтепродуктов в удаляемый слой пены.

При этом в воде остаются углеводороды, обладающие высокой степенью растворимости, удаление которых более эффективно достигается последующим озонированием, т.к. резко повышается растворимость озона в воде после вакуумной обработки ее в ИК-спектре.

Процесс сепарации воды в ИК-спектре при удельной мощности излучения менее 0,1 кВт/м³ не обеспечивает нагрев частиц углеводородов до образования паровой фазы воды на межфазной границе и увеличение скорости флотационного выделения нефтепродуктов при давлении ниже 2 кПа.

Процесс сепарации воды в ИК-спектре при удельной мощности излучения более 10,0 кВт/м³ носит взрывной характер, характеризующийся большими перегревами, как нефтепродуктов, так и основной фазы (воды) при давлении выше 70 кПа и теряется смысл вакуумной сепарации в ИК-спектре, т.к. при

последующей конденсации вновь образуется вода, содержащая растворенные углеводороды.

При давлении над поверхностью воды ниже 2 кПа происходит интенсивное парообразование воды, содержащей мелкодисперсную фракцию нерастворимых углеводородов (парафиновая группа). При незначительных перегревах не обеспечиваются условия формирования эмульсии в воде из растворимых углеводородов и как следствие снижается степень очистки от нефтепродуктов. Кроме того, требуется применение водяных насосов большой мощности, что экономически нецелесообразно.

При давлении над поверхностью воды с нефтепродуктами выше 70 кПа образование оптически неоднородной жидкости и формирование эмульсии из раствора, содержащего растворимые углеводороды затруднен, т.к. остаточное давление в газовой фазе паров углеводородов выше необходимого для выделения мелкодисперсной гетерогенной фазы углеводородов и воздействие излучения ИК-спектра на воду с нефтепродуктами не обеспечивает условий сепарации с последующим флотационным выделением в удаляемый слой пены. Степень очистки воды от нефтепродуктов незначительна, т.к. процесс удаления растворимых в воде углеводородов (автоматические) затруднен.

В качестве источника излучения ИК-спектра предлагается использовать кварцевые термоизлучатели КГТ, которые формируют лучистый поток в ближней области инфракрасного спектра, способный воздействовать селективно на жидкости с различным коэффициентом поглощения.

Для сравнительного анализа достижения положительного эффекта предлагаемого способа и известного способа (прототип) были проведены испытания процесса очистки нефтезагрязненных сточных вод в адекватных условиях работы установки режимов обработки.

Предлагаемый способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Очистку нефтезагрязненных сточных вод производят на очистной установке производительностью $2 \text{ м}^3/\text{ч}$ в режиме слабозагрязненного стока и аварийной (сильнозагрязненной сток) ситуации. Загрязненную воду их приемной емкости подают в электрокоагулятор вакуумным насосом. Электрокоагулятор представляет собой герметичную вакуумплотную емкость с установленными в ней электродами. Операцию электрокоагуляции проводят при токе нагрузки 30 А и напряжении - 24 В под

вакуумом, характеризуемым абсолютным давлением над поверхностью воды 30 кПа. После электрокоагуляции проводят анализ воды и подают воду в вакуумный герметичный реактор с кварцевыми термоизлучателями (10 штук кварцевых галогенных термоизлучателей КГТ 220 - 2000 - 1 при рабочем токе 3 - 30 А и напряжении 80 - 220 В). Операцию сепарации воды от нефтепродуктов проводят при давлении 30 кПа и изменении удельной мощности ИК-спектра от 0,1 до $10,0 \text{ кВт}/\text{м}^3$. Изменение удельной мощности излучения в указанных пределах осуществляют регулированием величины тока и напряжения на каждом из термоизлучателей, количеством включенных термоизлучателей и расходом осветленной воды. Анализ воды на содержание нефтепродуктов проводят после сепарации в ИК-спектре и сорбции на сорбенте (прототип) для определения степени очистки и стабилизации состава очищенной воды. Результаты сравнительных испытаний влияния удельной мощности излучения ИК-спектра приведены в табл.1. Как видно из табл. 1, при существенной разнице в загрязнении сточных вод (слабо-сильнозагрязненные стоки) содержание нефтепродуктов в очищенной воде отличается незначительно, при этом наиболее высокая степень очистки до 0,06 мг/л и стабилизация состава очищенной воды достигается после сепарации в ИК-спектре. В известном способе при наличии сорбента по истечении 10 часов происходит вторичное загрязнение и содержание нефтепродуктов к 15 часам непрерывной обработки повышается за счет десорбции нефтепродуктов с поверхности сорбента. Как видно из табл. 1, оптимальным интервалом удельной мощности излучения ИК-спектра является диапазон от 0,1 до $10 \text{ кВт}/\text{м}^3$, обеспечивающий очистку стоков обоих типов от 0,06 до 0,12 мг/л, а в известном от 0,10 до 0,90 мг/л.

При запредельных значениях удельной мощности (менее $0,1 \text{ кВт}/\text{м}^3$ и более $10,5 \text{ кВт}/\text{м}^3$) степень очистки сточных вод снижается.

Пример 2. Результаты сравнительных испытаний влияния давления над поверхностью воды при сепарации в ИК-спектре приведены в табл.2. Очистку нефтезагрязненных сточных вод проводят как и в примере 1 при удельной мощности излучения $5,0 \text{ кВт}/\text{м}^3$ и диапазоне давления от 1 до 71 кПа. Как видно из табл. 2, оптимальным диапазоном при сепарации в ИК-спектре является давление в пределах 2 - 70 кПа, обеспечивающее очистку сточных вод до конечной концентрации нефтепродуктов 0,06

мг/л. При значениях давления менее 2 кПа и более 70 кПа степень очистки существенно снижается.

Пример 3. Осветленные сточные воды после сепарации в ИК-спектре (предлагаемый) и пропускании через сорбент (известный) подвергают дополнительной очистке озонированием в колонне при адекватных условиях. Озоногазовую смесь диспергируют и подают в нижнюю часть колонны в виде пузырьков диаметром 1 - 3 мм в режиме противотока. Расход озоновооздушной смеси регулируют вентилем и поддерживают содержание озона на выходе из колонны 3 г/м³.

Результаты сравнительных испытаний проведены в табл. 3. Как видно из таблицы, дополнительная операция озонирования в составе предлагаемого способа повышает степень очистки сточных вод до содержания нефтепродуктов 0,05 мг/л против 0,12 - 0,13 мг/л для известного способа (прототип).

Из приведенных примеров видно, что использование предлагаемого способа позволяет проводить очистку от нефтепродуктов нефтезагрязненных сточных вод до содержания 0,05 мг/л при непрерывной эксплуата-

ции установки в течение времени не менее 15 часов, при этом достигаются стабильные свойства очищенной воды при изменении удельной мощности от 0,1 до 10,0 кВт/м³ и давлении над поверхностью воды от 2 до 70 кПа.

Использование известного способа обеспечивает снижение содержания нефтепродуктов в сточных водах до 0,12 - 0,13 мг/л, что в 2,5 раза выше, чем в предлагаемом. После непрерывной эксплуатации установки в течение 10 часов происходит вторичное загрязнение, что снижает степень очистки установки при использовании сорбента.

Заявленный способ очистки нефтесодержащих сточных вод с введением операции по сепарации воды в ИК-спектре имеет изобретательский уровень, т.к. для специалистов явным образом не следует из уровня техники.

Заявленный способ имеет промышленное применение, поскольку может быть использован в различных отраслях при очистке промышленных сточных и бытовых вод, а также вод грунтовых и подземных горизонтов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки нефтезагрязненных сточных вод, включающий электрокоагуляцию под вакуумом, *отличающийся* тем, что после электрокоагуляции воду подвергают сепарации в ИК-спектре с удельной

мощностью нагрева 0,1-10,0 кВт/м³ и при давлении 2-70 кПа.

2. Способ по п.1, *отличающийся* тем, что после сепарации воду дополнительно озонируют.

Таблица 1
 Результаты сравнительных испытаний очистки нефтесодержащих стоков предлагаемым способом при различных значениях удельной мощности термоизлучения ИК-спектра (в числителе) и известным способом (сорбция) при давлении 30кПа к примеру 1.

Удельная мощность ИК - спектр кВт/м ³	Содержание нефтепродуктов, мг/л.					Примечание
	Исходное после электро- коагуляции	После сепарации в ИК - спектре и сорбции в течение, час				
		1	5	10	15	
0,05	$\frac{10 \pm 2}{1,1 \pm 0,2}$	$0,9 \pm 0,2$	$0,82 \pm 0,2$	$0,75 \pm 0,10$	$0,70 \pm 0,10$	Вода в однородном состоянии
0,10		-	-	-	-	Образовалась гетерогенная фаза
5,0		$0,30 \pm 0,05$	$0,10 \pm 0,02$	$0,09 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$	Образовалась гетерогенная фаза
10,0		$0,20 \pm 0,04$	$0,09 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,02$	Образовалась гетерогенная фаза
10,5		$0,30 \pm 0,04$	$0,10 \pm 0,03$	$0,15 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,03$	Образовалась гетерогенная фаза
	$\frac{2100 \pm 27}{1,3-1,4}$	$0,16 \pm 0,03$	$0,12 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,02$	Образовалась гетерогенная фаза
		$0,60 \pm 0,20$	$0,56 \pm 0,20$	$0,50 \pm 0,20$	$0,47 \pm 0,10$	Интенсивное кипение
0,05		$1,20 \pm 0,20$	$1,00 \pm 0,20$	$0,90 \pm 0,20$	$0,85 \pm 0,20$	Вода в однородном состоянии
0,10		-	-	-	-	Образовалась гетерогенная фаза
5,0		$0,24 \pm 0,04$	$0,18 \pm 0,03$	$0,10 \pm 0,20$	$0,08 \pm 0,20$	Образовалась гетерогенная фаза
	10,0	$0,18 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,03$	$0,10 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$	Образовалась гетерогенная фаза
		$0,25 \pm 0,06$	$0,26 \pm 0,05$	$0,23 \pm 0,04$	$0,27 \pm 0,04$	Образовалась гетерогенная фаза
		$0,16 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,03$	$0,12 \pm 0,02$	$0,08 \pm 0,02$	Образовалась гетерогенная фаза
10,5		$1,00 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$0,75 \pm 0,2$	$0,60 \pm 0,20$	Интенсивное кипение

Таблица 2

Результаты сравнительных испытаний очистки нефтесодержащих стоков предлагаемым (ИК - спектр в числителе) и прототипным (сорбция в знаменателе) способами при различных давлениях к примеру 2.

Давление, кПа	Содержание нефтепродуктов, мг/л					
	Исходное	После коагуляции	После сепарации в ИК - спектре и сорбции в течение, час.			
			1	5	10	15
1	10±2	<u>3,8±0,4</u> 3,8±0,8	<u>0,29±0,03</u> -	<u>0,25±0,04</u> -	<u>0,12±0,03</u> -	<u>0,07±0,02</u> -
2		<u>3,4±0,3</u> 3,6±0,7	<u>0,27±0,2</u> 0,55±0,2	<u>0,22±0,04</u> 0,30±0,10	<u>0,10±0,02</u> 0,68±0,20	<u>0,06±0,02</u> 1,1±0,30
5		<u>3,2±0,2</u> 3,2±0,6	<u>0,25±0,10</u> 0,55±0,14	<u>0,10±0,06</u> 0,24±0,06	<u>0,08±0,02</u> 0,75±0,19	<u>0,06±0,02</u> 0,90±0,20
30		<u>1,1±0,2</u> 1,1±0,3	<u>0,20±0,04</u> 0,30±0,04	<u>0,09±0,02</u> 0,10±0,03	<u>0,08±0,02</u> 0,15±0,02	<u>0,07±0,02</u> 0,20±0,03
50		<u>1,1±0,2</u> 1,2±0,4	<u>0,20±0,03</u> 0,24±0,03	<u>0,18±0,03</u> 0,26±0,08	<u>0,15±0,03</u> 0,12±0,03	<u>0,10±0,02</u> 0,16±0,02
65		<u>1,6±0,4</u> 1,6±0,4	<u>0,25±0,10</u> 0,35±0,02	<u>0,20±0,08</u> 0,48±0,11	<u>0,15±0,04</u> 0,28±0,07	<u>0,12±0,02</u> 0,35±0,07
70		<u>1,4±0,1</u> 1,8±0,5	<u>0,29±0,20</u> -	<u>0,22±0,20</u> -	<u>0,18±0,05</u> -	<u>0,13±0,10</u> -
71		<u>1,6±0,4</u> 2,3±0,6	<u>0,32±0,30</u> -	<u>0,25±0,20</u> -	<u>0,21±0,10</u> -	<u>0,18±0,20</u> -
1	2100±27	<u>4,2±0,8</u> 4,6±0,8	<u>0,24±0,05</u> -	<u>0,20±0,04</u> -	<u>0,18±0,03</u> -	<u>0,08±0,02</u> -
2		<u>3,7±0,6</u> 4,0±0,8	<u>0,20±0,04</u> 0,48±0,08	<u>0,17±0,03</u> 0,56±0,08	<u>0,15±0,03</u> 0,41±0,07	<u>0,06±0,02</u> 0,50±0,08
5		<u>3,5±0,6</u> 3,8±0,8	<u>0,19±0,04</u> 0,44±0,07	<u>0,17±0,03</u> 0,51±0,07	<u>0,13±0,03</u> 0,47±0,06	<u>0,07±0,02</u> 0,55±0,07
30		<u>1,3±0,2</u> 1,4±0,2	<u>0,18±0,04</u> 0,25±0,06	<u>0,15±0,03</u> 0,26±0,05	<u>0,10±0,02</u> 0,23±0,04	<u>0,08±0,02</u> 0,27±0,04
50		<u>1,4±0,2</u> 1,4±0,3	<u>0,18±0,04</u> 0,21±0,05	<u>0,15±0,03</u> 0,22±0,03	<u>0,12±0,03</u> 0,25±0,02	<u>0,07±0,02</u> 0,30±0,04
65		<u>1,7±0,4</u> 1,7±0,5	<u>0,24±0,10</u> 0,39±0,10	<u>0,19±0,04</u> 0,40±0,20	<u>0,15±0,03</u> 0,34±0,07	<u>0,09±0,02</u> 0,38±0,20
70		<u>2,6±0,6</u> 3,0±0,7	<u>0,32±0,08</u> -	<u>0,21±0,04</u> -	<u>0,15±0,02</u> -	<u>0,11±0,02</u> -
71		<u>2,8±0,7</u> 3,4±0,8	<u>0,35±0,10</u> -	<u>0,25±0,10</u> -	<u>0,19±0,03</u> -	<u>0,15±0,03</u> -

Таблица 3

Результаты сравнительных испытаний очистки нефтесодержащих стоков предлагаемым (ИК - спектр) и прототипным (сорбция) способами при давлении 30 кПа после 15 часов, с последующим озонированием к примеру 3.

Способ	Содержание нефтепродуктов, мг/л				
	Исходное	После электрокоагул.	После сорбции	После сепарации в ИК-спектре	После озонирования
Предлагаем	10±2	1,1±0,2	-	0,07±0,02	0,05±0,01
Прототип	10±2	1,1±0,3	0,20±0,03	-	0,12±0,04
Предлагаем	2100±27	1,3±0,2	-	0,08±0,02	0,05±0,01
Прототип	2100±27	1,4±0,2	0,27±0,04	-	0,13±0,04

Заказ 8

Подписное

ФИПС, Рег. ЛР № 040921

121858, Москва, Бережковская наб., д.30, корп.1,

Научно-исследовательское отделение по
подготовке официальных изданий

Отпечатано на полиграфической базе ФИПС

121873, Москва, Бережковская наб., 24, стр.2

Отделение выпуска официальных изданий

This Page Blank (uspto)